

第2章 2次元を3次元化するデータ交換標準の策定

3次元設計データ交換標準（道路、河川堤防）の策定

概要：設計段階で3次元データを作成し施工段階へ流通することが出来れば、情報化施工やTS出来形管理での活用により事業の効率化が図れると考えられる。本研究では、3次元設計データを流通させるに当たり、各関係団体への意見照会を行い、情報化施工への適用性を確認しつつ3次元設計データ交換標準を策定した。また、施工現場での運用を検討した現場利用マニュアルの作成、3次元設計データを流通させるための電子納品運用ガイドラインの作成や対応ソフトウェア開発の支援を実施した。

1. はじめに

(1) 研究目的

現在、情報化施工の実績が増加しており、トータルステーションを利用した出来形管理（以下TS出来形管理）が定着してきている。ただし、そのためのデータは2次元図面を元に施工者が3次元データに変換している状況である。設計段階で作成した3次元データを流通することで事業全体の効率化を図ることが望まれている。ここで、「3次元設計データ交換標準（案）」は、道路事業、河川事業に関する設計及び工事において、必要となる情報の内容及びデータ構造・形式を定めたものである。

本研究では、3次元設計データ交換標準（案）を情報化施工、TS出来形管理での活用を想定し、関係機関への意見照会を行って策定する事で、事業の効率化に寄与することを目的とした。また、3次元設計データの適正を確認するとともに、施工段階で運用するために必要な利用マニュアルやソフトウェア開発支援を実施した。

(2) 全体スケジュール

本研究では表2-1にしめす項目およびスケジュールで実施した。以下に各項目の概要を示す。

1) 3次元設計データ交換標準（案）の策定

3次元設計データ交換標準（案）を策定するに当たっては、各関係団体へ意見照会し要望を踏まえて修正を行った。また、先行して策定された「TS出来形管理データ交換標準」と整合が取れるよう、用語の整理を行った。道

表 2-1 研究項目とスケジュール

検討項目/実施年度	H22	H23	H24
1. 3次元設計データ交換標準（案）策定			
各関係団体への意見照会の整理と標準への反映			
道路と河川を統合したデータ交換標準の検討			
3次元設計データ交換標準（案）のLandXML化の検討			
2. 施工現場でのデータ修正場面を想定した現場利用マニュアルの作成			
現場利用マニュアルの作成			
実データを用いた机上検証			
3. 3次元設計データ交換標準のサンプルデータ及びデータ作成のノウハウ集の作成			
サンプルデータ作成			
ノウハウ集の作成			
4. 3次元設計データに係わる電子納品運用ガイドラインの作成			
5. ソフトウェア開発の支援			
ソフトウェア開発者からの問合せに対する対応			
ソフトウェア開発に必要なデータ辞書作成			

路と河川堤防を別途検討していたが、3次元設計データ交換標準を、データ交換標準のメンテナンス性やソフト開発の効率化につながると想定して統合を行った。

国際標準への対応として、海外の3次元CADソフトへの導入が進んでいるLandXMLへの対応方針を明確化するために、「3次元設計データ交換標準（案）」のLandXML化の対応を検討するとともに「LandXMLに準じた3次元設計データ交換標準（案）」を作成した。

2) 施工現場でのデータ修正場面を想定した現場利用マニュアルの作成

3次元設計データは、地形等の施工条件によって現場で修正したものを情報化施工で利用していることから、様々な修正場面を想定し、施工会社や建機リース会社などにヒアリングを行い、データ修正に係る実務で使いやすい現場利用マニュアルの素案を作成した。

また、机上検証により実現場のサンプルデータを利用して、3次元設計データ交換標準により適切にデータを作成することが可能である事を確認した。

3) 3次元設計データ交換標準のサンプルデータ及びデータ作成のノウハウ集の作成

3次元設計データ交換標準に基づくデータ作成の理解を深めること、および正確な3次元データ作成が困難である標準形ではない道路形状のデータ作成の参考にすることを目的に、作成にノウハウを必要とする事例のサンプルデータを10例程度作成し、作成における改善案を加えて3次元データ作成のノウハウ集を作成した。

4) 3次元設計データに係わる電子納品運用ガイドラインの作成

3次元設計データを流通させるに当たり、3次元設計データの電子納品の運用を照査・納品元から検討を行い、要領・基準等の改定案、特記仕様書の記載例を作成した。

5) ソフトウェア開発の支援

3次元設計データ交換標準（案）に対するソフトウェア開発者からの問い合わせに対して回答を作成し、データ交換標準（案）の修正を行った。3次元設計データを作成するためのソフトウェア開発において、用語の解釈やデータの必要となる精度を明確にした。

2. 3次元設計データ交換標準（案）の策定

(1) 概要

平面線形と縦断線形を合わせた3次元中心線形については、道路中心線形データ交換標準が策定されているが、横断形状については、道路形状データ交換標準（素案）及び河川堤防形状データ交換標準（素案）が検討されてきた。この2つのデータ交換標準(素案)に対して、各関係機関への意見照会結果を実施し、修正案を作成した。また、道路形状、河川堤防形状のデータモデルは、多くのデータ項目が重複しており、データ利活用やデータ交換標準のメンテナンス性を考慮し、道路形状、河川堤防形状を統合した3次元設計データ交換標準（案）を検討した。

加えて、平成24年度のCIM技術検討会において国際標準モデルを利用することを求める意見があり、海外で多数実装しているソフトウェアのあるLandXMLについて、「3次元設計データ交換標準（案）」が対応可能か検討を行った。さらに、LandXML1.2のスキーマに準じて表記した「LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準（案）」を試作した。

(2) 3次元データモデルの概要

道路の土工区間の3次元形状は、道路中心線に対して、直交する方向の横断形状を規定することで再現できる。平面線形及び縦断線形とも、パラメトリックな設計データを基にモデル化できる。横断形状要素も、横断構成要素の幅員、勾配、比高等のパラメトリックな設計データを基に形状をモデル化することができる。このような道路設計データを利用した3次元プロダクトモデルを作成すると、一部の設計パラメータを修正することで、オブジェクト指向をもつCADソフトでは全体の3次元形状の自動修正が可能となる。このため、3次元プロダクトモデルは、設計や設計変更の効率化につながると考えられる。

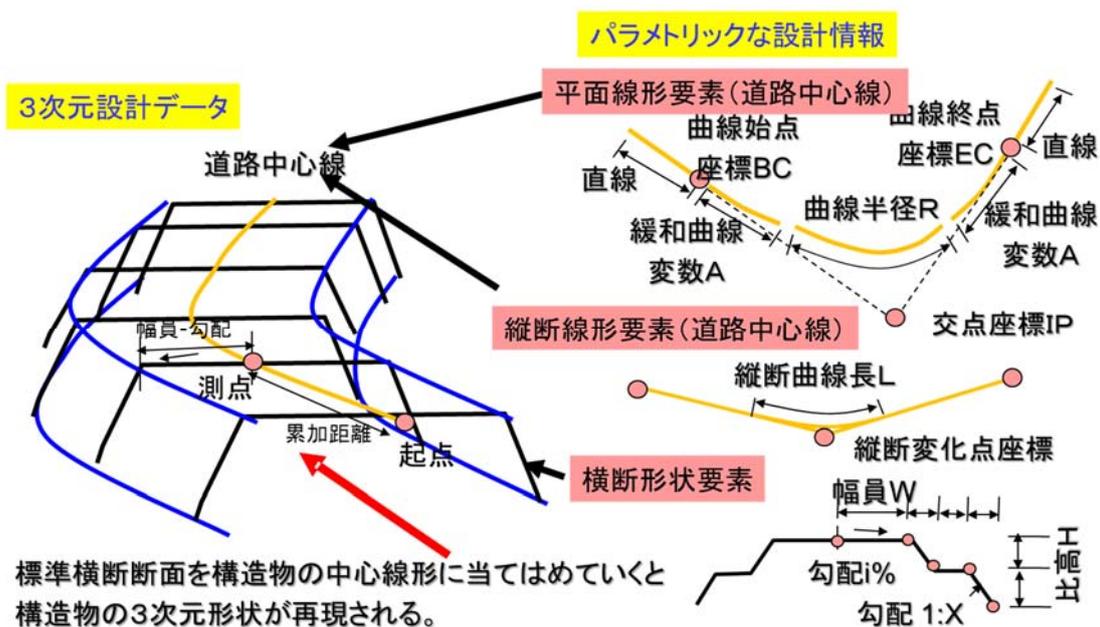


図 2-1 3次元設計データモデルの概要図

本検討における 3 次元設計データ交換標準（案）では、断面定義パターン、要素定義パターンによってモデル化を行っている。断面定義パターン、要素定義パターンの概要を次に示す。

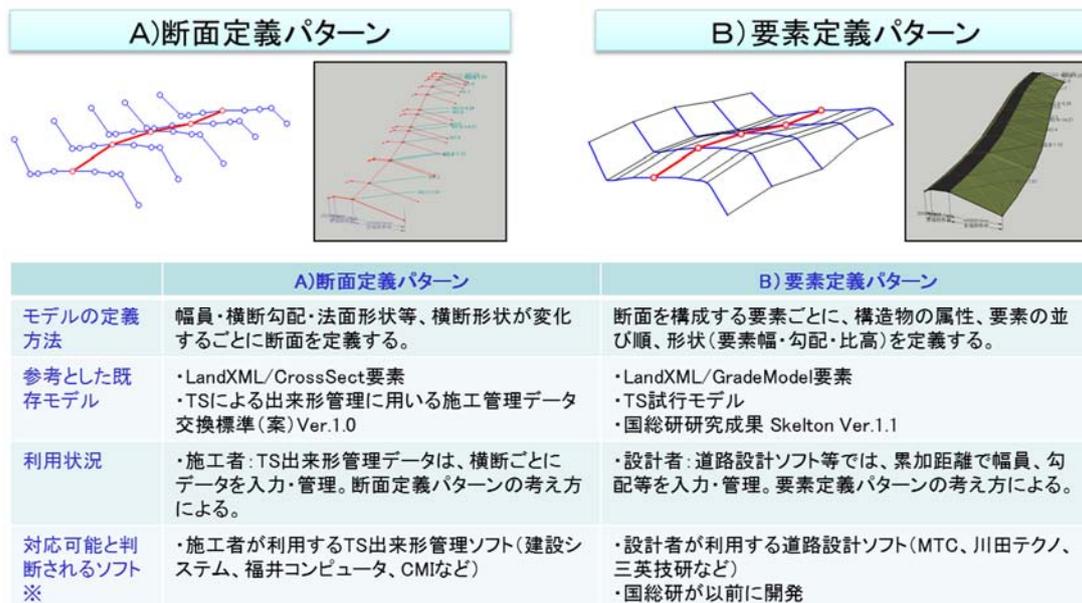


図 2-2 断面定義パターンと要素定義パターンの概要

図に示すように、断面定義パターンは、LandXML/CrossSect 要素を参考に作成したモデルである。このモデルは、幅員・横断勾配・法面形状などが変化する毎に断面を定義するもので、設計の横断面図を見ながらデータ作成ができるメリットがある反面、設計思想が伝わりにくく、断面変化点が多い場合はデータ量が多くなるといった欠点もある。本研究で作成したモデルは、LandXML/CrossSect 要素を参考に作成したが、LandXML/CrossSect 要素との違いは、横断構成点の座標は、横断面の幅員、比高、横断勾配等の設計パラメータから算出するパラメトリックモデルにしたことである。

要素定義パターンは、LandXML/GradeModel 要素を参考に作成したモデルである。このモデルは、車道、路肩、歩道、法面等、断面を構成する要素に着目し、要素ごとの形状変化点における幅員、比高、横断勾配を定義するものである。設計自動化が進む道路専用 CAD で用いられるモデルである。設計思想に基づくモデルであるので、少ないデータで 3 次元モデルが作成でき、設計変更があった場合のモデルの修正が容易である。ただし、欠点としては道路設計に精通していない利用者にとっては、やや難解である。

設計思想も含めてデータ交換ができ、少ないデータで 3 次元モデルが作成できる点で要素定義パターンが優れているが、施工でのモデルの運用やソフトウェアの対応を考慮し、本プロジェクト研究では、断面定義パターンと要素定義パターンの 2 案をモデル化している。

(3) 3次元設計データ交換標準（案）の修正

1) TS 出来形管理データとの整合性

TS による出来形管理に用いる施工管理データ交換標準（以下、「TS 出来形管理データ交換標準」という。）と、3次元設計データ交換標準では、用語が異なるので、それぞれの違いを整理した上で、標準化を検討した。

基本的には、先行する標準である TS 出来形管理データ交換標準と整合を図る形で3次元設計データ交換標準を修正するが、一部、修正しない方針としたものを次に示す。

- false の表記方法
- 属性値等の選択肢の英語表記

2) 意見照会結果を反映させた修正

3次元設計データ交換標準を修正するにあたり、素案を下記意見照会対象機関（建コン協、日建連、CAD ベンダー、測量機器工業会等）に対して意見照会を行った。その結果を整理し、回答を作成するとともに必要に応じて3次元設計データ交換標準への反映を行った。意見照会対象期間と代表的な意見と回答案を以下に示す。

【意見照会対象機関】

- 一般社団法人建設コンサルタント協会CALS/EC 委員会
- 一般社団法人全国建設業協会CALS/EC 情報交換会
- 一般社団法人オープンCAD フォーマット評議会
- 一般財団法人日本建設情報総合センター建設情報研究所
- 一般社団法人日本建設機械施工協会情報化施工委員会
- 一般社団法人日本測量機器工業会事務局
- 一般社団法人日本機械土工協会技術委員
- 一般社団法人日本道路建設業協会情報施工WG
- 社団法人日本建設業連合会CALS/EC 部会
- 独立行政法人土木研究所技術推進本部

【代表的な意見】

表 2-2 意見照会の代表的な意見と回答

質問	意見	回答
<p>3D モデルとして、ソリッドモデル、サーフェイスモデルが一般的だが、道路、河川堤防の3次元形状を作成するモデルとして道路中心線・堤防法線と横断形状を組み合わせた簡易な3次元モデルを作成したが、この考え方についてご意見をお聞かせください。</p>	<p>基本は、道路中心線・堤防法線と横断形状の組み合わせモデルで十分であるが、場合によってはこのモデルでは表現しにくい部分がある。例えば道路に付帯する駐車施設など。この場合は他のモデルとの組み合わせが必要だと思われる。</p>	<p>本標準により交換すべき範囲、不足する標準の構築の必要性については、今後の運用等を踏まえて検討いたします。 なお、正確な3次元モデルデータが困難である標準形ではない道路・河川形状のデータ作成を必要とする事例のサンプルデータを作成する予定です。</p>
<p>舗装モデルの一つとして、要素定義パターンに相当するモデルを一つ作成した。舗装幅を示すモデルとして舗装左右端を道路構成要素の端部を基準にして、その離れが変化する箇所を断面変化点とするといった詳細な舗装幅の変化に対応するモデルとなっているが、モデル自体は若干複雑になっている。舗装モデルの要素定義パターンの考え方についてお聞かせください。</p>	<p>正しく舗装工の形状を表現するには、もっと詳細な設定が必要である。 ○端点からの水平離れだけではなく、勾配も必要。また、中央分離帯側にも設定が必要。 ○車道、路肩、歩道の舗装は別物なので各に設定が必要。 ○北海道では凍上抑制層、地下排水工などがあり、形状が全く異なる。 各地方整備局の設計便覧に記載されている形状が表現出来なければ実用出来ない。</p>	<p>ご指摘を踏まえて、標準の修正を検討いたします。 →標準の修正を実施。(6. (2) 参照)</p>
<p>道路横断形状データ交換標準の全体的なことや属性データの追加、変更について、ご意見があればお聞かせください。</p>	<p>交差点における計画高の取り扱いについて ・横断面上での計画高位置と横断勾配の表現について仕様が不足している。</p>	<p>現段階は車線に係わる情報を明示的に受け渡すための情報は存在しません。ただし、車線毎に要素種別(車道:carriageway)を定義し、要素名にて複数の車線を認識すれば、車線毎の計画高位置、横断勾配については表現可能であると考えます。よって、これらの表現方法をデータ交換標準案において解説する事とします。</p>

(4) 道路と河川を統合したデータ交換標準の検討

道路の線形ソフトや CAD ソフトは多く存在しているものの、河川堤防形状は道路系のソフトを利用してデータを作成している現状がある。これは道路形状、河川堤防形状では、ほぼ同一のデータ要素から構成されるため、道路横断形状、河川堤防形状のデータ交換標準では、両データモデルを統合することによって、データ交換標準のメンテナンス性の向上、道路と河川の両方に対応したソフトウェア開発の誘導などの効果をつながると考えられる。ここでは、道路と河川のデータモデルを統合した、3次元設計データ交換標準について検討を行った。

道路横断形状、河川堤防形状を統合した3次元設計データ交換標準について以下の検討を行った。道路と河川では、設計フローや法面に対する斜交方向の横断図の取り扱いなどに差があることが明らかとなり、これらに対応した3次元設計データ交換標準を作成した。

- 河川では、詳細設計当初の測量中心線を基準線として、横断図等の図面を作成する。詳細設計の過程で測量中心線と堤防法線がずれた場合でも、基準線は修正されないため、計画堤防法線に斜行する横断図が作成される。
- 河川では、余盛を行うため、計画高とは別途、施工高が示される。
- 道路では、舗装を含めた計画高が図面に示され、土工面の高さが図面に示されない。
※舗装面の高さ、舗装厚から土工面の高さは算定可能

(5) 3次元設計データ交換標準（案）の LandXML 化の検討

LandXML は海外でも多数、実装しているソフトウェアがあり、CIM においても標準モデルとして検討がなされている。ここでは、「3次元設計データ交換標準（案）」に対する LandXML の対応について検討を行った。加えて LandXML1.2 のスキーマに準じて表記した「LandXML1.2 に準じた3次元設計データ交換標準（案）」を試作した。

1) LandXML の対応状況の調査範囲

標準案に対する LandXML の利害得失を整理する上で、対応する要素の関係は、それぞれ表 2-3 のとおりである。

表 2-3 3次元設計データ交換標準（案）と LandXML1.2 の対応関係

3次元設計データ交換標準	LandXML1.2	補足
横断構成 ※要素定義パターン	GradeModel	横断構成を作成する上で参考とした要素
	DesignCrossSectSurf	横断構成と同等の表現が可能な要素
横断面 ※断面定義パターン	CrossSectSurf	横断面を作成する上で参考とした要素
	DesignCrossSectSurf	横断面と同等の表現が可能な要素

よって、ここでは GradeModel、CrossSectSurf 及び DesignCrossSectSurf の 3 要素について対応状況を調査するものとする。なお、全体構成を整理する上で必要なことから、道路中心線形と Alignments についても必要な範囲について整理している。

2) 利害得失の整理

3 次元設計データ交換標準（案）の横断形状における要素定義パターンを LandXML の横断形状モデルの DesignCrossSectSurf と Grade Model を利用した場合のメリット・デメリットを表 2-4 に再整理する。

表 2-4 横断形状モデルのメリット・デメリット

観点	項目	Design CrossSectSurf	GradeModel	(参考) CrossSectSurf
用途適合性	測点毎の断面図作成	○	○	○
	任意位置の断面図作成	○	○	△
	断面変化点の抽出	○	○	△
	厚さの表現	○	×	×
	材質の表現	○	△	×
	構造物の表現	○	△	×
実装容易性	CAD 対応状況	△	×	△
	データ量	△	○	—
仕様柔軟性	仕様の明快さ	△	×	△
	断面定義パターンとの対応	○	×	△
	要素定義パターンとの対応	○	○	×

【評価の凡例】 ○：問題なし、もしくは適切である
 △：○に比して悪い、もしくは×に比して良い
 ×：問題あり、もしくは不適切である

DesignCrossSectSurf は、データ量を除き全ての評価項目において優位であると評価できる。また、要素定義パターン、断面定義パターンのいずれにも対応できることから標準仕様を統一できる。以上より、「LandXML1.2 に準じた 3 次元設計データ交換標準（案）」を作成するにあたっては、DesignCrossSectSurf を採用するのが妥当であるとした。

3) LandXML1.2 に準じた 3 次元設計データ交換標準（案）の作成

2)において適切と整理した要素（DesignCrossSectSurf）を用いることを前提に、「LandXML1.2 に準じた 3 次元設計データ交換標準（案）」を作成した。

「LandXML1.2 に準じた 3 次元設計データ交換標準（案）」を作成するにあたって、標準案で想定する要素に対して、LandXML1.2 に完全に合致する要素が存在しない場合の対応方針は、以下とした。

a) 道路設計概念を明示的に示す必要のない場合、自由に属性を追加できる要素（Feature）を使用して定義する

我が国の道路・河川設計で利用されている設計情報のうち、LandXML においてデータ交換すべき以下の要素については、Feature(自由に属性を追加できる要素)を使用して定義する。

- 測点間隔
- 片勾配摺り付け
- 幅員中心
- 中間点における一部の属性（累加距離標、折線方向角）

b) 上記に該当しない運用ルールは注記を入力する要素（desc）を使用して定義する

我が国の道路・河川設計で利用されている設計情報のうち、データ交換のための運用ルールに該当し、設計データとして明示化すべきとまでは言いがたい以下の要素については、desc（注記）を使用して定義する。

- 標準案でも注記に該当するもの
- 3次元構築物情報の一部の属性（路線名、構築情報種別、規格・等級、左右岸区分）

なお、a)のうち、中間点における一部の属性（累加距離標、折線方向角）について、設計データとして明示的にデータ交換することを目的に、LandXML1.2 をあえて拡張した場合の標準案「3次元設計データ交換標準（案）に準じた LandXML1.2 拡張（案）」も策定した。

3. 施工現場でのデータ修正場面を想定した現場利用マニュアルの作成

(1) 概要

3次元設計データを、地形等の施工条件によって現場で修正したものを情報化施工で利用していることから、様々な修正場面を想定したデータ修正に係る実務で使いやすい現場利用マニュアルの素案を作成した。なお、現場利用マニュアルの作成に当たっては、工事施工会社や建設機械のリース会社等を対象にヒアリングを行った。現場ヒアリング等をもとに、設計から施工へ至る過程での3次元設計データの作成・修正場面等を整理した。これらの整理結果に基づき、現場でのデータ作成・修正等を反映した現場利用マニュアル素案を作成した。

(2) 施工者側でのデータ作成の実態調査

平成22年のTSを用いた出来形管理の試行工事を行った2社にヒアリングしたところ、施工者は主な作業手順は以下の通りであった。

- ① 契約図書を確認後、起工測量に基づき、発注図を編集し、TS、MC・MGデータを作成する。
- ② これらの施工図の作成過程において、不足する必要断面を追加する。
- ③ 必要寸法を図面から拾い出すなどの作業を実施している。

また、データ作成は以下のように行われていることが確認された。

- 必要断面の追加：20mピッチの断面以外に、変化点の横断図を追加で作成
- 直交方向の横断図：構造物に対して斜行する横断図の場合、直交方向の横断図を作成
- 必要寸法の拾い出し：発注図に明記されていない高さ、長さなどの寸法を拾い出し
- 中心線と堤防法線の離れ：横断図に、中心線、堤防法線の離隔が明示されていないため、長さを読み取る
- 端部の結線：法尻、法肩などの端点において線がきちんと結線していない場合、つなぎ直す
- 土工面の高さ：完成形状（舗装面）以外に、土工面の高さが必要
- 描画された線分と旗揚げ寸法の違い：CAD上の線分の長さ（丸めた数字）と旗揚げ寸法（丸めた数字）が整合しない。旗揚げ寸法でデータを作成した場合、法長が長いケースなどで終端部に大きなずれが生じる

(3) 3次元設計データの流通に当たっての課題の抽出

上記の調査結果から、設計段階に作成した3次元設計データを施工段階に流通するに当たっての課題を抽出した。各課題と対応方針を表2-5に示す。

表 2-5 3次元設計データの流通に当たっての課題と対応方針

課題	課題の説明	対応
河川における堤防法線に斜交した横断図の取り扱い	河川では、設計時に当初の測量法線に対し、堤防法線がシフトすることがあり、再測量等が実施されないため、堤防法線に斜交した横断図が作成される。	後工程でのデータ利活用等を考慮し、設計では、堤防法線の中心線形データを作成し直す。堤防法線に直交した横断図を作成する。
道路におけるランプ部など本線に斜交した横断図の取り扱い	ランプ部については、側道の中心線形は作成される場合が多いが、本線に直交する断面のみ測量が実施されるため、側道に対して斜交した横断図が作成される。	側道部の中心線形データに対し、直交方向の横断図を作成する。
20mピッチ以外の変化点での追加断面の作成	幅員、勾配など横断形状が変化する測点での横断図データが必要となるが、設計段階で作成されていない。現状では、施工段階で追加断面として作成される。	20mピッチ以外の変化点での横断図データは、施工側への設計思想の伝達、ソフトウェアの慣れなどを考慮し、設計者が追加作成する。
土工面データの作成	現状では、完成高の図面データのみ作成され、土工面のデータは作成されない。標準横断などで、舗装厚等と合わせて土工面が示される。	土工面は、完成高と舗装厚から算定されるため、ソフトウェアで自動算出するようにソフトウェアベンダーに機能の実装を呼びかける。
法面・地形データの入力	地形データについては、起工測量後に見直されるため、設計段階で負荷をかけてデータ入力しても意味がない。	設計段階では、標準横断に基づく最大段数の法面のデータと、測量横断の地形データという必要最低限のデータを入力し、施工側へ受け渡す。

(4) 現場ヒアリング

3次元設計データの作成・変換・修正・チェックに関する具体的な作業内容、留意点などの把握を目的に、工事施工会社や建設機械のリース会社等を対象にヒアリングを行った。

特に、(3)で整理したデータ流通に当たっての課題の解消に関して、現場での苦労や工夫などをヒアリングした。

ヒアリングのポイントは、以下のとおりである。

- 施工では、断面をベースにデータ修正、作成などの各種作業が進められる。設計段階からの流通データとして、要素定義パターン、断面定義パターンの2つのデータモデルが想定されるが、施工では必ず断面に変換して作業が進められる。

(5) 実データを用いた机上検証

3次元設計データ交換標準を検討する際に収集した、詳細設計・工事完成図書のデータと TS 出来形管理もしくは MC・MG データが入手できた道路土工事、舗装工事、河川土工事のサンプルデータを用いて、3次元設計データの作成・変換・修正・チェック等の机上検証を行った。

設計から施工へのデータ流通過程やデータ交換標準の修正点等を踏まえて、主要な検証項目を次のとおり設定した。

■ データ交換標準の修正点の検証

- 範囲 (Range) の検証：構成要素が消滅しても要素幅 0 として要素が連続すると仮定し、全区間で 1 つの範囲 (Range) を設定しモデル検証を行う。特に、切土・盛土が変化する区間でも、モデルが適用可能かを検証する。
- 舗装モデルの検証：要素定義パターンのモデルに準じたモデル修正をおこなうが、修正モデルにおいて、横断構成要素を参照し、勾配等のデータを取得できるかなどを検証する。

■ データ修正過程の検証

- 起工測量後の地形データの修正や、設計変更による図面修正など、施工時のデータ修正を再現し、作成したモデルデータが適用可能かを検証する。

検証した結果、道路土工事、舗装工事、河川土工事それぞれにおいて、策定した 3次元設計データ交換標準により適切にそれぞれのデータが作成できることを確認した。

(6) 現場利用マニュアルの作成

上記の検討をもとに、3次元設計データの現場利用マニュアルを取りまとめた。現場利用マニュアルには、次の項目を含めるものとした。

- マニュアルの利用目的・適用範囲
- 3次元設計データ利用の全体の流れ
- 3次元設計データに関する解説
- データの変換・修正・確認方法に関する解説
- 用語集

4. 3次元設計データ交換標準のサンプルデータ及びデータ作成ノウハウ集の作成

(1) 概要

3次元設計データ交換標準に基づくデータ作成の理解を深めること、および正確な3次元データ作成が困難である標準形ではない道路形状のデータ作成の参考にすることを目的に、作成にノウハウを必要とする事例のサンプルデータを断面定義パターンと要素定義パターンの双方で10例程度作成し、作成における改善案（データ作成において工夫するポイントおよび留意点等）を加えて3次元データ作成のノウハウ集を作成した。

ノウハウ集は、概要、効果を提示する事に加え、データ作成の一連のプロセス毎に、現行要領・基準類との関連性を明記し、発注者・受注者双方の確認点を明示する。また、データの適用範囲を明確に示すとともに、関連団体の意見を取り入れ、より実務的な内容とした。

(2) データ適用条件と対応案の検討

上記にて整理したサンプルデータ（事例）について、作成データの適用条件とデータ作成上の対応方針を検討し、表2-6に整理した。

表 2-6 3次元設計データ適用条件と対応案

サンプルデータ	適用条件	対応案
① 土工法面が道路中心線と平行ではない道路	土工法面が道路中心線に対して斜交している場合	道路中心線と法面が平行とならない部分を切り出し、サンプルデータを作成する。
② インターチェンジで本線とランプ車線が合流する道路	道路中心線は本線のみで、IC部には中心線形がない場合	本線に接合するIC部の断面を切り出し、サンプルデータを作成する。
③カルバート等との接続部で土工法面が前後で連続しない道路	カルバート等の既設構造物によって土工法面が切断されている場合	カルバートで土工法面が切断されている断面を切り出し、サンプルデータを作成する。
③ 舗装修繕工事等で道路中心線形が無い場合の舗装設計	舗装修繕工事のため、既往の設計図面が無い、または道路台帳レベルの資料しか無い場合	舗装断面を想定し、サンプルデータを作成する。
④ 切土・盛土が交互に出現する道路区間	切土と盛土区間が交互に出現し、切盛境界が現地標高とずれが生じるおそれがある場合	切土面、盛土面がそれぞれ交差するものとし、サンプルデータを作成する。
⑥法面に管理用道路を持つ河川堤防	河川堤防に管理用通路があり、管理用通路法面が堤防法線に対して斜行している場合	管理用通路法面が堤防法線に対して斜行するものとし、サンプルデータを作成する。
⑦測量法線と堤防法線が異なる河川堤防	既往設計成果の横断図が測量法線を元に作成されていた場合	測量法線ではなく堤防法線で横断図を作成するものとし、サンプルデータを作成する。
⑧本線に直交する土工法面	本線中心線に直交する法面が存在する場合	本線に直交する法面が存在するものとし、サンプルデータを作成する。
⑨延長・土量が多く、工事発注断面が不明な道路	工事発注が設計図面の完成形ではなく、途中段階での施工となることが想定される場合	発注形状（完成形状の中間断面）から横断図を作成し、サンプルデータを作成する。
⑩トンネル区間が隣接しており上下線が分離している道路	トンネル等により、上下線が分離されており、かつ、上下線の中心線が平行となっていない場合	上下線の中心線が平行となっていないものとし、サンプルデータを作成する。

※：切り盛り境界はTS出来形管理対象外

(3) サンプルデータ作成

前項により整理・検討した事例に基づき、サンプルデータを作成した。なお、サンプルデータは「断面定義パターン」と「要素定義パターン」の双方で10事例作成した。その一例を以下に示す。

表 2-7 サンプル事例（土工法面が道路中心線と平行ではない道路）

<p>三次元 イメージ</p>	
<p>平面図</p>	
<p>横断面図</p>	
<p>XML (一部抜 粋)</p>	<p><断面定義：線形要素></p> <pre> <Composition name="No.64-No.69 横断構成"> <Formation centerLineOf fseTStandardValue="0.00" formationHeightOffsetStandardValue="0.00"> <CLOffset cumulativeDist="1280.0000"/> <FHOOffset cumulativeDist="1280.0000"/> </Formation> <LComposition name="左横断構成 1" startStationNO="64" startAddDist="0.0000" startCumulativeDist="1280.0000" endStationNO="69" endAddDist="0.0000" endCumulativeDist="1380.0000"> <ComponentElement name="土工面 1" componentType="EarthWorkBaseLineFill" slopeType="Percent" widthStandardValue="8.5000" slopeStandardValue="-2.000" priority="1"/> <ComponentElement name="盛土法面 1" componentType="SlopeFill" slopeType="Rate" slopeStandardValue="2.0" heightStandardValue="-6.0000" priority="2"/> </LComposition> </pre>

(4) ノウハウ集の作成

発注者・受注者（施工者、ベンダー、3次元データ作成試行業務受注企業等）の両者にとって双方の対応事項を把握することは、データ作成の理解を深めるためにも効果的である。

ノウハウ集では、概要、効果を提示する事に加え、設計図書の確認、データ作成範囲の決定、設計データ抽出、設計データ作成ソフトでのデータ作成といった一連のデータ作成プロセス毎に、現行要領・基準類との関連性を明記するとともに、双方の確認点を明示した。

1) ノウハウ集の構成

ノウハウ集の構成は、対象となるデータの概要、データ作成上の課題、データ作成のプロセス（①設計図書の確認、②データ作成範囲の決定、③データ作成、④3次元設計データの引き渡し、⑤情報化施工等への活用）に分類し、図 2-3 に示す構成とした。

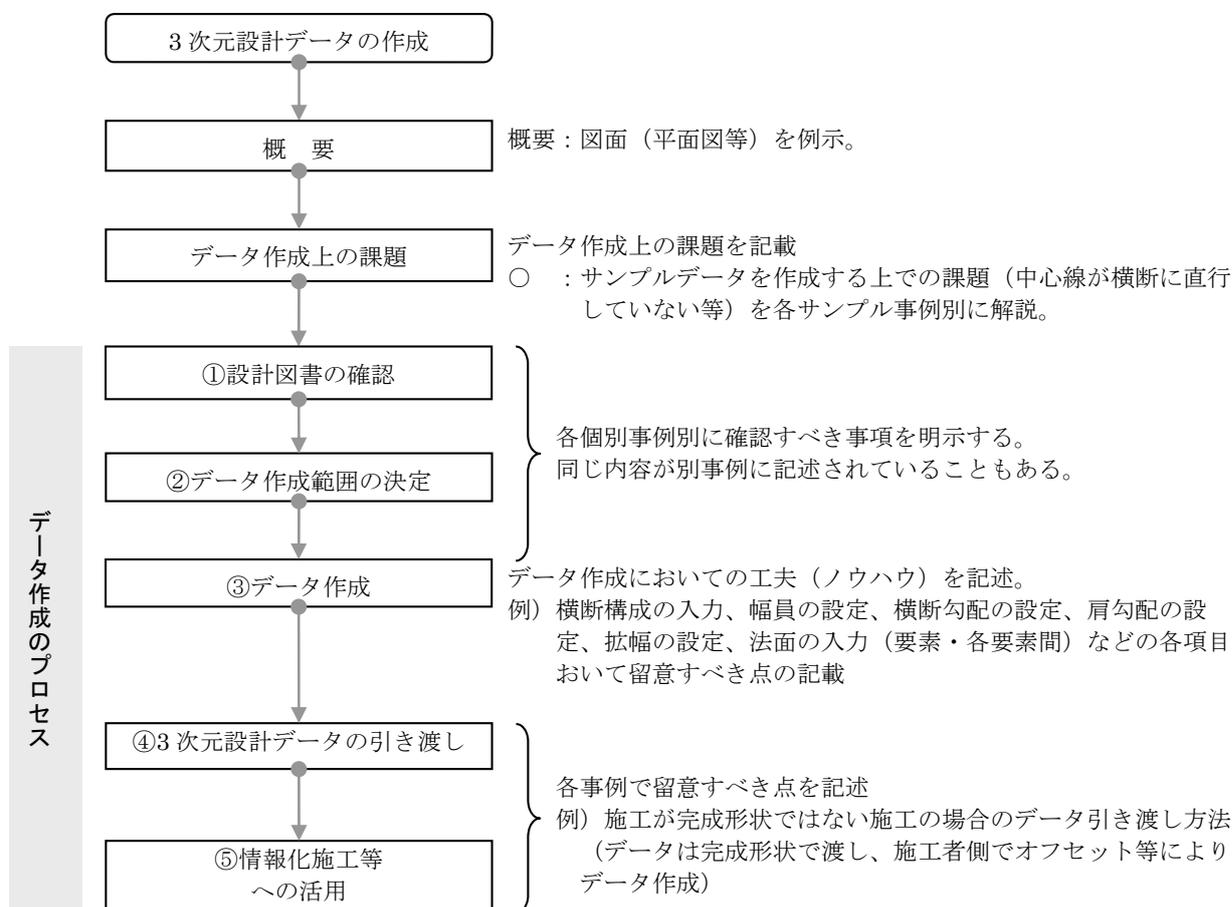


図 2-3 ノウハウ集の構成

2) ノウハウ集（案）の作成

上記までの検討結果に基づき、ノウハウ集（案）を作成した。以下に、その一部を示す。

表 2-8 ノウハウ集（案）（一部抜粋）

(1) 事例概要

<p>①概要</p>	<p>土工法面が本線に対して平行ではなく、本線道路中心線の離れで横断面が作成されている。</p>  <p>3次元データ交換標準では、法面が道路中心線に対して直交するモデルを想定している為。</p>
<p>②課題</p>	<p>TS 出来形管理に 3次元設計データを活用する場合、横断面は道路中心線に直交する必要がある。横断面が道路中心線に直交しない場合、正確な出来形が管理できない。</p> <p>また、転圧管理、路体・築堤盛土管理（MC/MG）の場合も、基本設計データを基準として TIN データ（面データ）を作成することとなることから、道路中心線とは別に法面の平行となる基準線が必要となる。</p>

(2) 具体の対応方法

データ作成プロセス	発注者	受注者	備考
①設計図書の確認	既往最新図面（最終図面）を一式準備する。	<p>■新たに設計する場合</p> <ul style="list-style-type: none"> 道路中心線に対して横断を作成する。 <p>■修正設計の場合</p> <ul style="list-style-type: none"> 各横断が本線中心線で作成されていることを確認し、別途法面基準線を設けることについて発注者の承諾を得る 	情報化施工を実施しない場合は道路中心線に基づき作成された横断面で問題なし（現場合わせによる）
②データ作成範囲の決定	今後の情報化施工実施有無等を勘案し、3次元設計データを作成するかどうかを決定する	3次元設計データ作成の必要性について発注者に確認する。	斜交断面に斜比をかけて数量算出する場合もあるため、追加断面を作成する・しないは事前に確認すること。
③データ作成	—	<p>■データ作成上のノウハウ</p> <ul style="list-style-type: none"> 道路中心線に平行しない法面は、別途法面基準線を作成し、それを基に横断面を作成する。 法面基準線は法肩もしくは法尻に設定する。 横断はそれぞれの中心線ごとに作成する。 地山と交わることが想定される部分は、必ず交わるよう法面を延長して作成する。 	

5. 3次元設計データに係わる電子納品運用ガイドラインの作成

(1) 概要

設計段階で作成した3次元設計データを確実に施工段階へ流通させるため、3次元設計データの電子納品の運用を照査・納品面から検討を行い、要領・基準等の改定案、特記仕様書の記載例を作成した。

3次元設計データは、従前の2次元図面データ(SXF)に追加で納品する形とするが、2次元図面データ(SXF)、3次元設計データはともに正式な成果品として位置づけ、互いの整合性をチェックする方針とした。これらを踏まえて、照査ガイドラインの改定案、電子納品運用ガイドラインの素案を作成した。

(2) 3次元設計データに係る電子納品運用ガイドラインの作成

現行の2次元設計データに対し、3次元設計データに移行した場合の電子納品方法について、電子納品仕様、運用方針等を検討した。

a) 電子納品仕様

道路横断形状データ(XMLファイル)は、「土木設計業務等の電子納品要領(案)(平成20年5月)」で規定されている「報告書オリジナルファイルフォルダ」に、「REPPV_nn.XML」として格納する。また、道路横断形状データ(PDFファイル)は、「報告書フォルダ」に、「REPORTPV.PDF」として格納する。河川堤防形状データ(XMLファイル)は、「報告書オリジナルファイルフォルダ」に、「REPLE_nn.XML」として格納する。また、河川堤防形状データ(PDFファイル)は、「報告書フォルダ」に、「REPORTLE.PDF」として格納する。道路横断形状データの格納フォルダ及びファイル形式を表2-9に示す。

表 2-9 道路横断形状データの格納フォルダ

フォルダ	サブフォルダ	格納する電子成果品	ファイル形式
 電子媒体ルート 業務に関する基礎情報及び電子成果品の構成等を記入した業務管理ファイルを格納します。		<ul style="list-style-type: none"> 業務管理ファイル DTD 	  INDEX_D.XML INDE_D04.DTD (業務管理ファイル)
	 報告書フォルダ 報告書に関する電子成果品を格納します。	<ul style="list-style-type: none"> 報告書管理ファイル DTD 報告書ファイル 	   REPORT.XML REPO4.DTD (報告書ファイル) (報告書管理ファイル)
	 ORG 報告書オリジナルファイルフォルダ	<ul style="list-style-type: none"> 報告書オリジナルファイル 舗装に関する道路横断形状データ 	 (オリジナルファイル) DRAWING.XML 舗装に関する道路横断形状データ
 図面フォルダ 図面に関する電子成果品を格納します。		<ul style="list-style-type: none"> 図面管理ファイル DTD 図面ファイル ラスタファイル SAFファイル 	     DRAWING.XML DRAW04.DTD 図面ファイル (図面管理ファイル) (SXF形式) ラスタファイル SAFファイル
	 写真フォルダ 写真に関する電子成果品を格納します。	<ul style="list-style-type: none"> 写真管理ファイル DTD 	  PHOTO.XML PHOTO05.DTD (写真管理ファイル)
	 PIC 写真フォルダ	<ul style="list-style-type: none"> 写真ファイル 	 JPEGファイル(デジタル写真)
	 DRA 参考図フォルダ	<ul style="list-style-type: none"> 参考図ファイル 	 JPEG, TIFF, 他ファイル(参考図)

REPPV_nn.XMLをPDF化した上で、REPORTPV.PDFを作成する。

b) 運用方針

以下の項目について、運用方針を検討した。

■ データ作成

- * 法面、地形データの作成
- * 舗装、土工面データの作成
- * 中心線形に対し斜交した横断面図

■ チェック方法等

- * 3次元ビューアを用いた目視チェック
- * 2次元図面データと3次元設計データの整合性チェック
- * チェックシステム等による確認

c) 現行要領・基準等の改定案の検討

電子納品に関連する現行の要領・基準等をレビューし、3次元設計データを電子成果品として取り込む場合に、改定が必要となる範囲、及び改定案を取りまとめた。検討の対象とした規程類を表 2-10 に示す。

表 2-10 検討対象規程類

分類	規程類
設計業務の仕様書等	設計業務共通仕様書 特記仕様書（業務） 設計図書の照査ガイドライン
設計業務の電子納品要領・基準類	土木設計業務等の電子納品要領(案) CAD 製図基準(案) 電子納品運用ガイドライン(案)【業務編】 CAD 製図基準に関する運用ガイドライン(案) 道路中心線形データ交換標準(案)基本道路中心線形編 Ver.1.0 道路中心線形データ交換標準に係わる電子納品運用ガイドライン(案)

d) 3次元設計データに係る電子納品運用ガイドラインの作成

前項の検討を受けて、3次元設計データに係る電子納品運用ガイドラインを修正した。修正に際して留意した主な事項は、以下のとおりである。

- ガイドラインのタイトルを修正した。
- 用語の統一を図った。
- 河川編のガイドラインに道路編の用語が散見されたので修正した。
- 誤記を修正した。

6. ソフトウェア開発の支援

(1) 概要

2. (3).2で行った意見照会において得た3次元設計データを取り扱うソフトウェアの開発者からの問い合わせに対して、回答案を作成した。また、ソフトウェアを開発する上で、3次元設計データから TS 出来形管理データ交換標準へのデータ変換に関するロジックを検討し、検討結果をとりまとめてソフトウェア開発の参考となる資料を作成した。

あわせて、CAD ベンダーがソフトウェア開発を行うに当たって必要となる、データの定義、必要精度等を検討し、XML スキーマのデータ辞書を作成した。

(2) ソフトウェア開発者の問合せに対する回答の作成

3次元設計データを取り扱うソフトウェアの開発者から受けた2点の問い合わせに対して回答案を作成した。CAD ベンダーからの意見照会の回答を整理する上で実施した3次元設計データを取り扱うソフトウェアの開発者との意見交換の内容について整理した。

1) 舗装端部に係わる形状について

【問合せ内容】

正しく舗装工の形状を表現するには、もっと詳細な設定が必要である。
各地方整備局の設計便覧に記載されている形状が表現できなければ実用にならない。

【対応】

設計者に対するヒアリングを実施した上で、舗装端部の勾配を指定することの可能な形式にデータ交換標準を修正するものとした。

2) 交差点における計画高（及び車線）の取り扱いについて

【問合せ内容】

交差点における計画高の取り扱いについて、横断面上での計画高位置と横断勾配の表現について仕様が不足している。

【対応】

データ交換標準を修正せずとも、車線毎に要素種別を定義・識別することにより、車線毎の計画高位置、横断勾配について把握が可能であることを確認したため、上記の通りデータ交換標準に基づいて表現可能であることをデータ交換標準において解説するに留めた。

(3) データ辞書作成

データ辞書は、異なるシステムやソフトウェア間でのデータ交換、データ利用にとって必要不可欠である。すなわち、異なるシステムでデータを利用する場合に、データの意味、内容、データ型、単位等がそれぞれのシステムで共通に認識されていないと、データ交換されてもそのデータを利用することができない。データの定義、必要精度等を検討し、XML スキーマのデータ辞書を作成した。

データ辞書については ISO15143（土木機械及び道路工事機械の施工現場情報交換を対象とした ISO）に準拠する形で、データ要素ごとの項目を定義したデータ辞書

（DataElements）と、値域（許容値）を定義したデータ辞書（ValueDomain）を作成した。以下の表 2-11、表 2-12 にそれぞれの定義項目の抜粋を示す。

表 2-11 データ辞書（DataElements）の定義項目（抜粋）

項目（英名）	項目（和名）	説明
Classification scheme item value	分類体系項目値	分類体系項目（CSI）の実現値（JIS X 4181-3:2004 参照）。
Data element concept name	データ要素概念名	データ要素概念を指定するための項目。
Name	名前	特定の文脈の中で管理項目を指定するための名前（JIS X 4181-3:2004 参照）。
Definition text	定義テキスト	管理項目の定義のテキスト（JIS X 4181-3:2004 参照）。
Data element example item	データ要素事例項目	データ要素の典型的な例（JIS X 4181-3:2004 参照）。
Definition source reference	定義元参照	定義元の参照（JIS X 4181-3:2004 参照）。
Data origin	データ源	データの物理的源泉参照：測定を行いデータ要素の値を創出する機器、個人又は装置。

表 2-12 データ辞書（ValueDomain）の定義項目（抜粋）

項目（英名）	項目（和名）	説明
Representation class name	表現形式クラス名	特定の表現形式クラスに割り当てられた称呼を識別するテキストストリング。
Conceptual domain name	概念定義域名	許容される概念の集合。
Value domain name	値域名	特定の値域に割り当てられた称呼を識別するテキストストリング。
Datatype name	データ型名	データ型の指定（JIS X 4181-3:2004 参照）。
Datatype scheme reference	データ型体系参照	データ型の仕様元を特定する参照（JIS X 4181-3:2004 参照）。
Unit of measure name	測定の単位名	測定の単位の名前（JIS X 4181-3:2004 参照）。

7. 課題と今後の展開

- 関連基準の公開：本業務で検討を行ったデータ交換標準、電子納品運用ガイドライン、システム機能要件等を早期に公開し、周知を図る必要がある。3次元設計データの電子納品運用のためには、民間ベンダーによるソフトウェア整備、建設コンサルタントにおけるソフトウェア導入、オペレータ教育などの準備が不可欠であり、電子納品適用までの十分な準備期間を確保する必要がある。
- ソフトウェア開発・検定に関する調整：民間によるソフトウェア開発を促進するために、OCF（オープンCADフォーマット評議会）等を通じて開発ベンダーと調整を行う必要がある。対象となる開発ベンダーはOCFに加盟していない企業も含まれるため、これらのOCF非加盟の民間企業も含めて調整を行う必要がある。また、建設コンサルタント協会からは、ソフトウェアの検定制度に関する問合せ等もあり、OCF検定の実施などを含めて今後検討・調整する必要がある。
- 2次元図面作成に関する基準類：3次元設計データの電子納品については、民間ベンダー、建設コンサルタント等における準備期間が不可欠であり、適用までに時間を要する。一方で、情報化施工に必要となるデータは、設計から施工へ早期に流通させる必要があり、別途、CAD製図基準（案）の改定等に対応することになっている。これらの2次元図面作成に関する基準類整備の動向と整合を図る形で、3次元設計データも整備を図っていく必要がある。

TSを用いた出来形管理の施工管理データ交換標準の策定

概要：平成20年4月よりTSを用いた出来形管理の運用が開始されているが、これまでの現場運用のフォローアップ調査結果、および新たな工種や利用技術の拡大検討を踏まえ、いくつかの改善点があげられている。

平成20年度以降、データ交換標準（案）およびソフトウェアの機能要求仕様書に関する改良の検討を継続して実施し、平成22年度に新たなデータ交換標準（案）Ver4.0を策定した。

1. はじめに

多くの現場で電子納品に対応したソフトウェアの普及が進み、データを入力することで様々な資料作成が簡単に作成できるが、ICT機器の入出力データに互換性がないと、ソフトウェア別に同じデータを何度も入力する必要が出てしまう。データ交換標準の役割は、ICT機器のデータ入出力の互換性を高めて、データ再入力などの余計な作業の軽減を図ることである。

国土技術政策総合研究所では、情報化施工で得られるデータの分析・モデル化を進め、情報化施工機器の効率的な運用と情報化施工機器で得られるデータを利用した業務改善手法の構築に向けた取り組みを進めてきた。

その取り組みの一環として、施工管理（出来形管理）に着目し、出来形管理で利用する情報化施工機器の入出力データの標準化を図り、その適用効果の検証を実施してきた。

「施工管理データを搭載したトータルステーションによる出来形管理」における電子納品やデータ流通による業務の効率化のイメージを示す（図 2-4）。

データ交換の標準化が図られた出来形管理においては、情報化施工機器を用いた現場作業の効率化、取得データを活用した資料作成手間の削減を実現する。さらに、現在は、情報化施工機器で得られる納品データをダイレクトに活用した新たな監督・検査や、座標データなどの再利用価値の高いデータの施工以外での利活用も期待できる。

上記のように情報化施工の効果を最大限に活用するために従来の作業区分を跨いでデータを交換するケースが多くあり、そのために交換すべきデータ項目や交換フォーマットを定めたデータ交換標準（案）が必要となる。

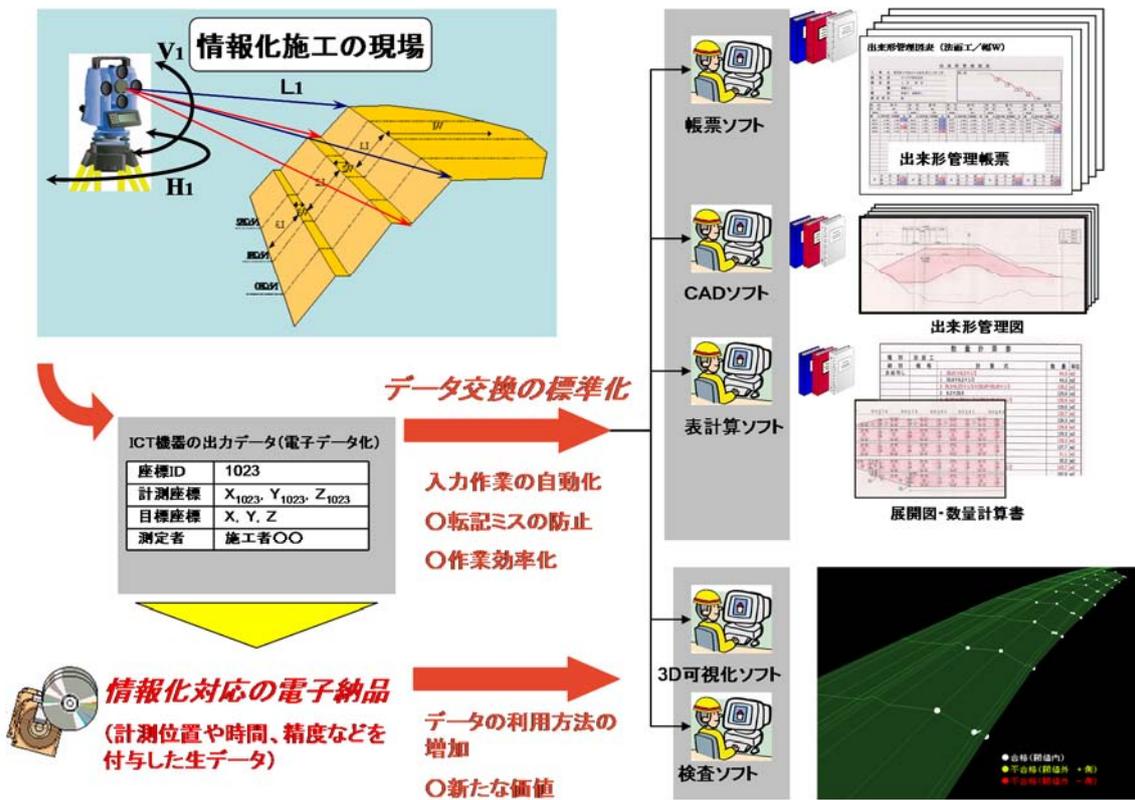


図 2-4 情報化施工のデータ活用を想定したデータ流通のイメージ

TSを用いた出来形管理について、本研究では「適用工種の拡張」、「利用機器の拡大」、「データ利活用場面の拡大」の検討を進め、この検討成果が実装可能な「TSを用いた出来形管理の施工管理データ交換標準（案）」（以下、データ交換標準(案)と略する）のVer4.0の開発を行った。

2. データ交換標準（案）Ver4.0の開発コンセプト

データ交換標準（案）Ver4.0の開発コンセプトを以下に解説する。

(1) 適応工種の拡大

平成20年度に道路土工を対象としてデータ交換標準（案）Ver2.0が策定された。その翌年に河川土工へ適用工種を拡張した。その後、地方整備局で様々な工種について、TSを用いた出来形管理の適用可能性の検討が実施され、舗装工、道路地下埋設工や擁壁などの構造物にも適用可能なことが示された。

このことから、拡大する適用工種に対応できるTS出来形管理要領Ver4.0の検討が進められてきた（図 2-5）。データ交換標準（案）Ver4.0は、このような検討事例から様々な構造物の出来形管理に対応することを目的とした。また、データ交換標準（案）Ver4.0では、現在のTSを用いた出来形管理の管理要領の適用工種にかかわらず、その他の工種でも利用できるように、作成したデータの構造物の種別を識別できる仕様とし、再利用時のデータ検索が可能な仕様とした。

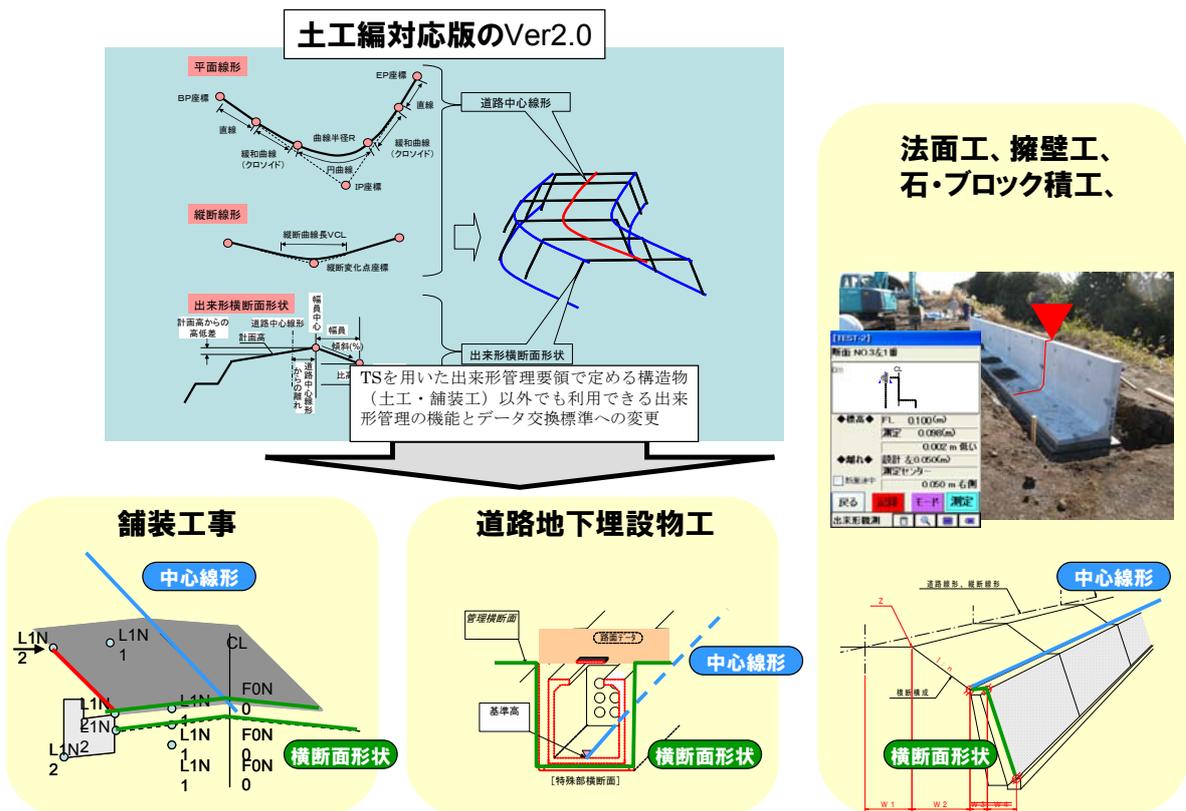


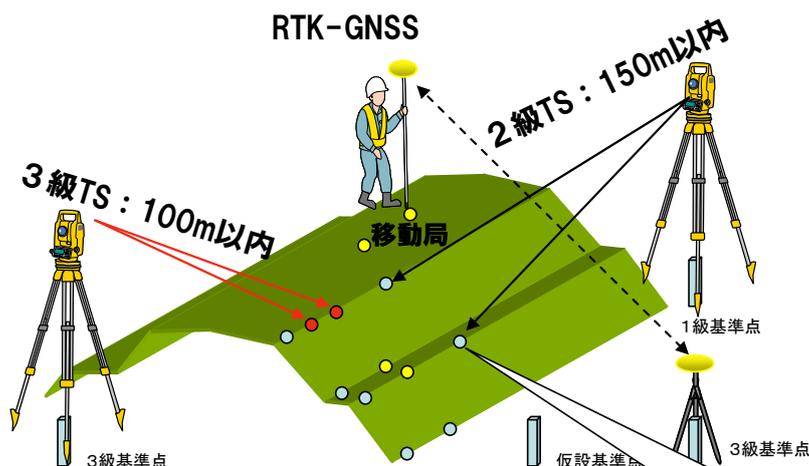
図 2-5 適用工種拡大のコンセプト

(2) 利用機器の拡大と計測結果の信頼性向上

TSを用いた出来形管理では、計測精度確保の観点から、計測機器の等級毎の計測可能距離や計測に利用する基準点等級に制限を設けている。さらに信頼性向上を図るために、データ交換標準（案）Ver4.0 では、トレーサビリティ確保のため計測時に利用した基準点や計測時間などをデータとして記録することにした。この結果、納品データの検証によって、正しく作業できたかの適否を確認できる（ただし、これを解析するソフトウェアが必要）。

また、衛星測位システムを利用したGNSS機器が情報化施工で普及してきたことから、RTK-GNSSを用いた出来形管理が実施できるようにした。

- ①計測機器により取得精度が異なる。
2級TS、3級TSは高さで±1cm程度
RTK-GNSSでは高さで±3cm程度
- ②計測機器により適正な計測が可能な条件が異なる
2級TSは150m以内、3級TSは100m以内
GNSS方式では、RTK-GNSS方式が前提



施工管理データ交換標準Ver2.0の課題（×の項目が不足）

データの種類	必要な属性	施工管理データ交換標準との比較
計測データ	計測値	○：座標値／累加距離／CL離れ
	計測者	○
	計測時間	×：必須でないので必須とする
	管理対象	○
	使用機器	×：名称／型番／性能
	参照基準点	×：計測精度の基準となる点の名称
	基準点の値	×：設置日／管理者／座標

- ①適切な計測条件下での計測が条件
- ②再利用時に精度や計測時期の異なるデータを識別する必要がある

図 2-6 利用機器の拡大と計測結果の信頼性向上のコンセプト

(3) データの再利用方法の拡張

データ交換標準（案）Ver4.0では、横断面内での出来形管理部位の設定の他に、同一測点内の別の横断形状との部位設定、別の測点の横断形状を含む管理部位設定が可能となる。この様に、計測データの意味を示す属性データを追加することで、数量計算の自動化や地図データとしてのデータ活用などの利用価値を増やすことが可能となる。

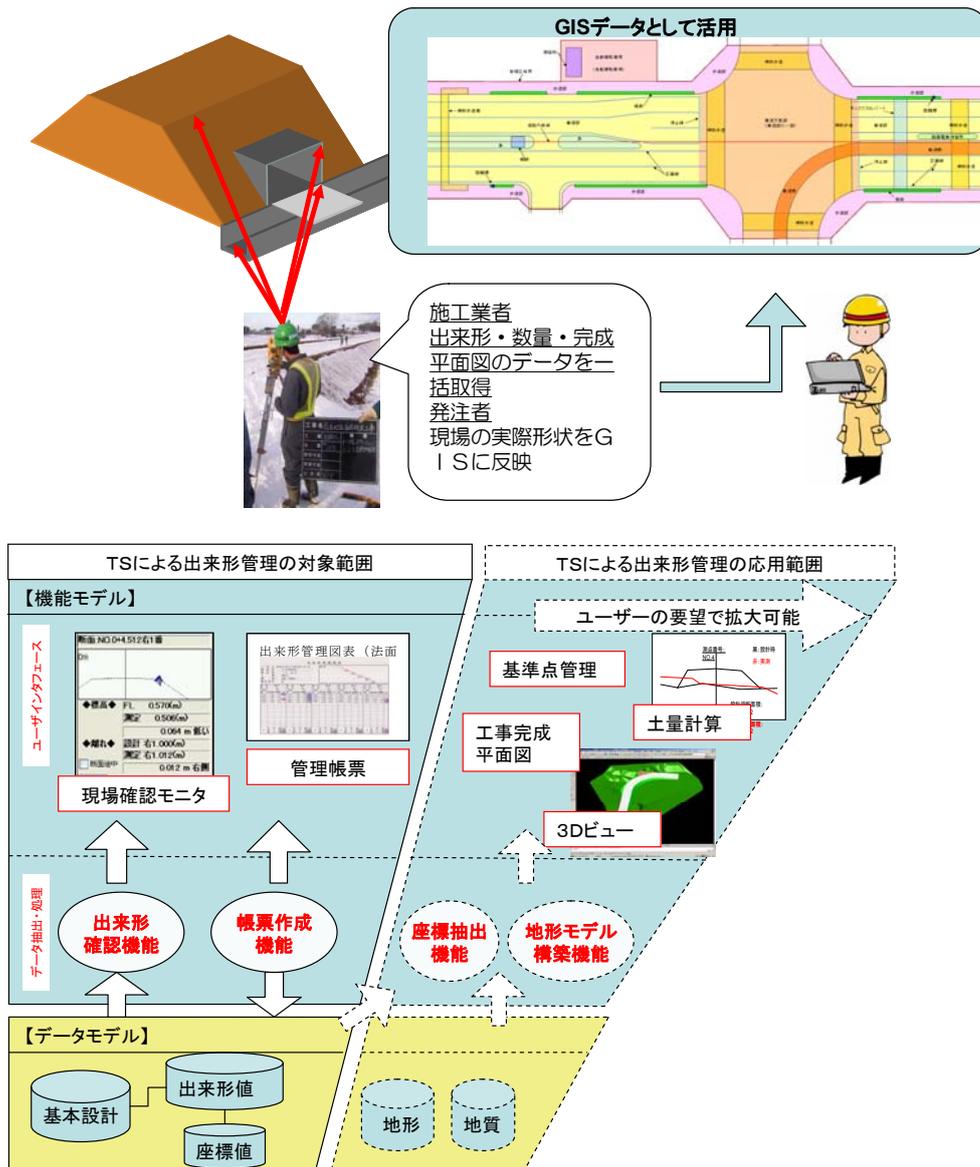


図 2-7 データの属性追加による利用場面の拡大のコンセプト

3. データ交換標準改訂に向けた検討

本研究では、従来は盛土や切土等の土工を対象としたデータ交換標準であったが、舗装や地下埋設工、法面、擁壁など土工周辺の工事に適用対象の拡大を検討した。例えば、舗装工は、路盤、基層、表層と層で構成され、出来形では、その厚さを管理する必要がある。しかし、データ交換標準（案）Ver2.0は土工の最終形状のように1層のものしか表現できず、層状構成をもつ構造物の厚さも管理することができない。

その課題に対応すべく、データ交換標準（案）をVer2.0からVer4.0へと改訂を検討した。データ交換標準の主な改訂点は以下のとおりである。

(1) 層状構造物への対応

データ交換標準（案）Ver2.0では、横断形状として最終形状しか表現できなかったが、層を持った構造物を表現できる構造とした。具体的には、Ver4.0では層を表現することで、現在検討中の舗装工への工種拡大のために、各層におけるZ座標の差から、舗装の厚さを算出することとした（図2-8）。



図 2-8 土工と舗装工の違い

(2) 管理項目の追加

これまで、土工を対象としたことから「基準高」、「法長」、「幅」の3種類のみのもので出来形管理項目としていたが、Ver4.0では、これらに加え、舗装を始め、地下構造物、法面、擁壁等の様々な工種への適用拡大を図るために「延長」、「深さ」、「厚さ」、「高さ」を管理できる仕様とした。また、データの利活用場面が拡大する事を期待するため、「面積」、「断面積」を管理項目に追加した。これにより、出来形だけでなく数量算出も可能となる（図 2-9、図 2-10）。

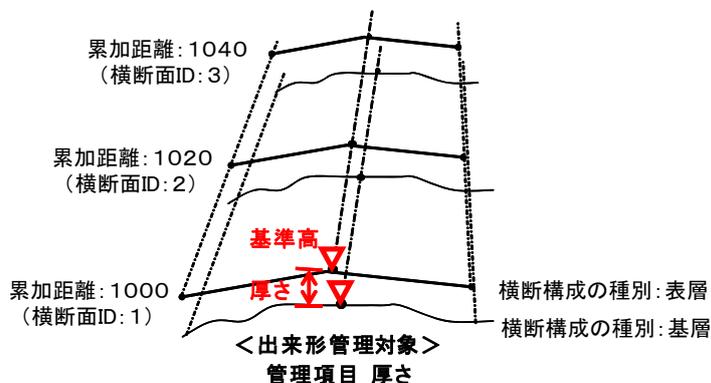


図 2-9 追加した管理項目（厚さ）

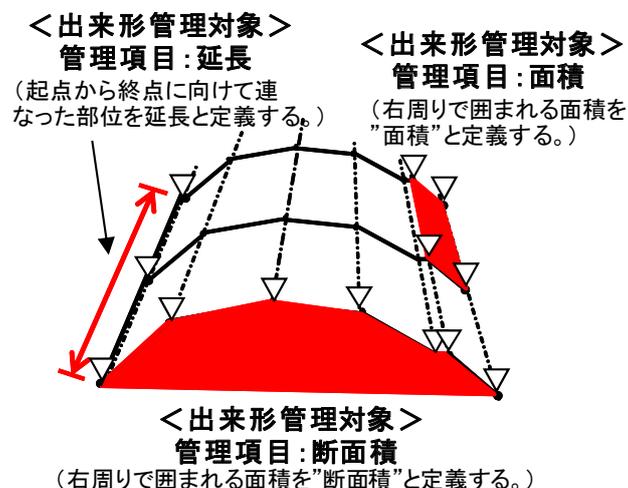


図 2-10 追加した管理項目（延長、面積、断面積）

(3) 新しい計測機器への対応

舗装工などでより精度の高い計測が要求されること、また現場での計測効率化からより計測距離を長くしたいといった要求があることから、計測範囲が150mとなる2級TSを利用できるようにした。また近年、衛星測位技術の利用が広まってきており、情報化施工においてもMC・MG等で、重機の位置測定にRTK-GNSSが使用されている背景から、出来形管理への適用も要望されている。そこで、RTK-GNSSによる出来形管理にも対応した(図2-11)。



図 2-11 新しい計測機器の活用

(4) 道路中心線に直交しない断面への対応

舗装の打ち換え等では、計算による中心線形を用いず、現地で測量した横断面を用いて横断方向を決定する場合がある。この場合、中心線形が無いと横断方向が定義できない。データ交換標準(案) Ver4.0では、これに対応するために、「横断面の角度を指定する方法」

と「横断方向にある座標と指定する方法」の2種類の方法によって、横断方向を設定できる構造とした（図 2-12）。

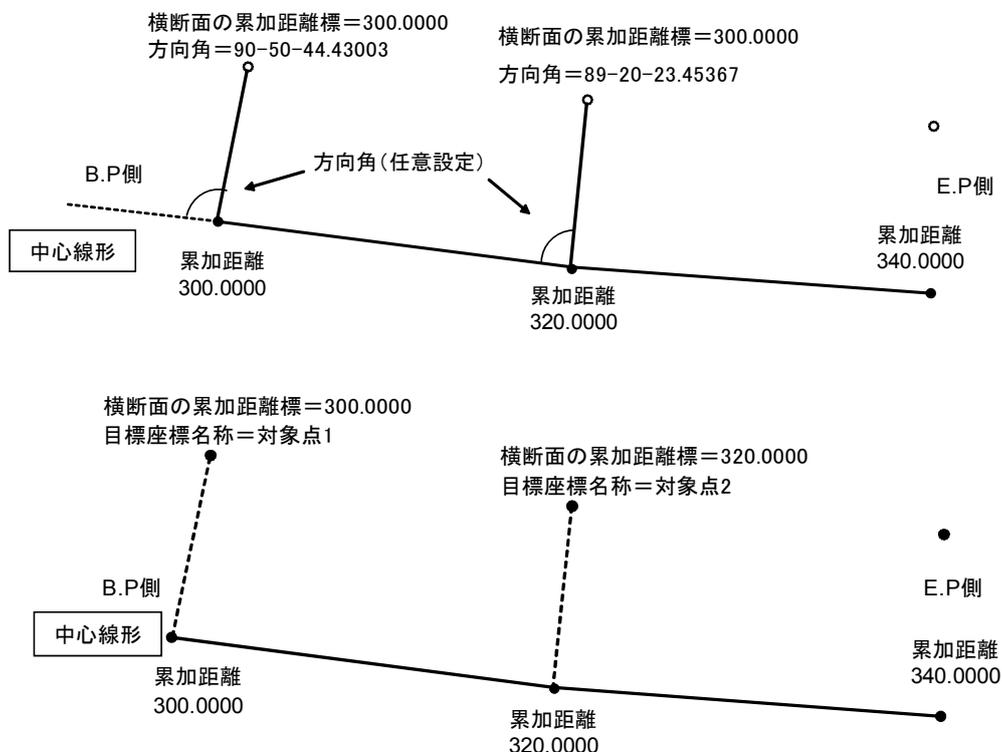


図 2-1 2 横断方向の定義方法

(5) 計測結果の信頼性向上

計測結果の信頼性向上の一環として、トレーサビリティを考慮し、器械の設置位置や衛星の配置状況等、計測機器に応じた計測精度に影響する情報項目を設けた。また、設計データの修正履歴や計測した日時を記録できる構造とした。これにより、トレーサビリティが向上する他に、以下のような利用方法も考えられる。

a) データ改ざんの防止

計測点の座標と計測時刻から、プリズムの動線を把握することが可能である。これにより、例えば計測者の移動速度を算出し、データ改ざんを見つけることができる。

b) データ分析

出来形計測後の施工管理データは、出来形管理要領において、電子納品成果品に格納することが定められている。これらのデータを蓄積し、解析することでデータ修正が行われる要因や、出来形計測の歩掛等の調査に活用可能となる。

4. Ver4.0 の特徴とVer2.0 からの変更点

データ交換標準（案）Ver4.0は、Ver2.0に対して、TS出来形管理に利用する道路中心線形、及び横断構成そのものの変更は行っていない。しかし、上述した「3. データ交換標準改訂に向けた検討」を受けて、適応工種の拡大、計測結果の信頼性向上のためのデータ追加、新たな計測機器への対応等のための改訂を実施した。データ交換標準（案）Ver4.0 について、Ver2.0 の構造の違いの概要を図 2-13 に示す。また、主な違いは以下の項目であり、その概要を整理した。

データ交換基準改訂による修正及び追加点

ファイル管理に必要なデータ項目の追加	適応工種拡大のためデータ交換標準上で、データ種別を認識できる識別クラスを追加した。
非線形構造物への対応	線形の未定義に対応して、横断面のみを定義出来る構造とした。
適応工種拡大のための管理項目の追加	適応工種拡大のため、層を持った構造物を表現できる構造とし、また「延長」「深さ」「厚さ」「高さ」「面積」「断面積」の管理項目を追加した。
新しい計測機器への対応	データ取得の機器拡張のため、データ上での利用機器等の識別出来る構造とした。
計測結果の信頼性向上	データ取得時に、計測時の条件や計測時間などを自動的に記録する構造とした。

① Ver2.0ではデータ交換標準（案）上で土工の種別（河川土工や道路土工）を識別することができないが、Ver4.0ではデータ種別を識別できる。識別クラスを追加した。

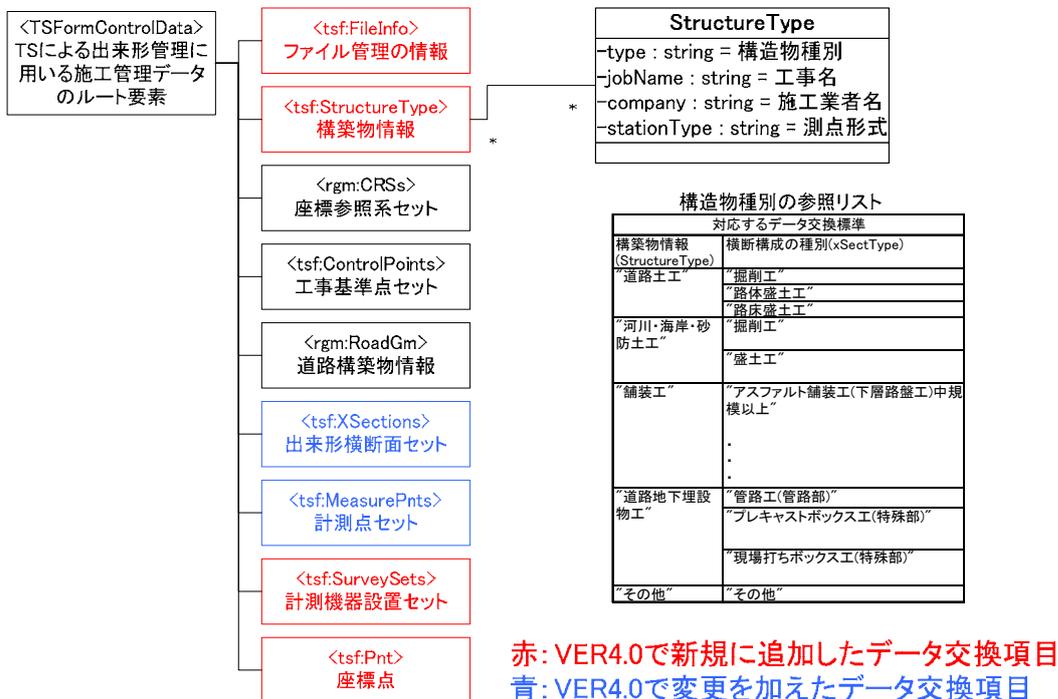


図 2-14 クラス図

② Ver2.0では線形に対する法線方向の横断形状しか定義できないが、舗装修繕工などで線形が定義されない工事もあることから、横断面の方向のみを定義できる構造とした。

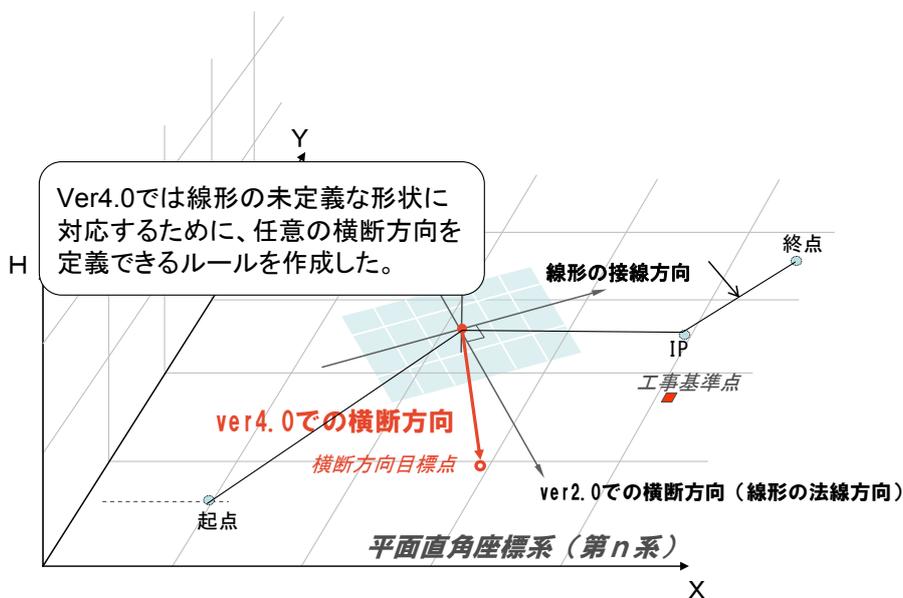
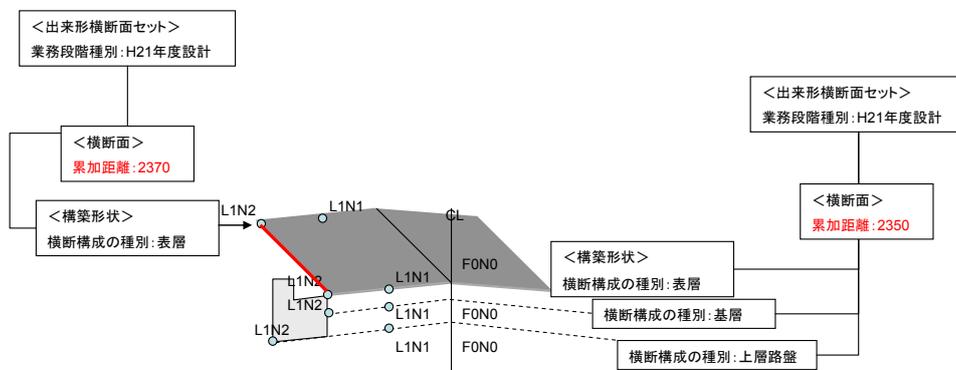


図 2-15 道路中心線形と横断方向の関係

③ Ver2.0では、出来形管理は一つの横断形状の中で管理対象となる法長、幅、基準高を指定することが前提であったが、適用工種拡大に向けて別の横断形状（前後の測点や下層、上層）を構成する点と出来形管理が可能な構造とした。



データ記述例(厚さ)

<FormCtrlTarget=・・・> 2350 表層 L1N1 2350 基層 L1N1 </ FormCtrlTarget>

データ記述例(延長)

<FormCtrlTarget=・・・> 2350 表層 L1N2 2370 表層 L1N2 </ FormCtrlTarget>

図 2-1 6 出来形管理項目の拡大 (例：舗装工の厚さ計測点)

④ Ver4.0ではデータ取得の機器拡張への対応として、2級TSやRTK-GNSSの利用を可能とするために、データ上でこれらの利用機器を識別でき、計測時の条件や計測時間なども自動的に記録する構造とした。

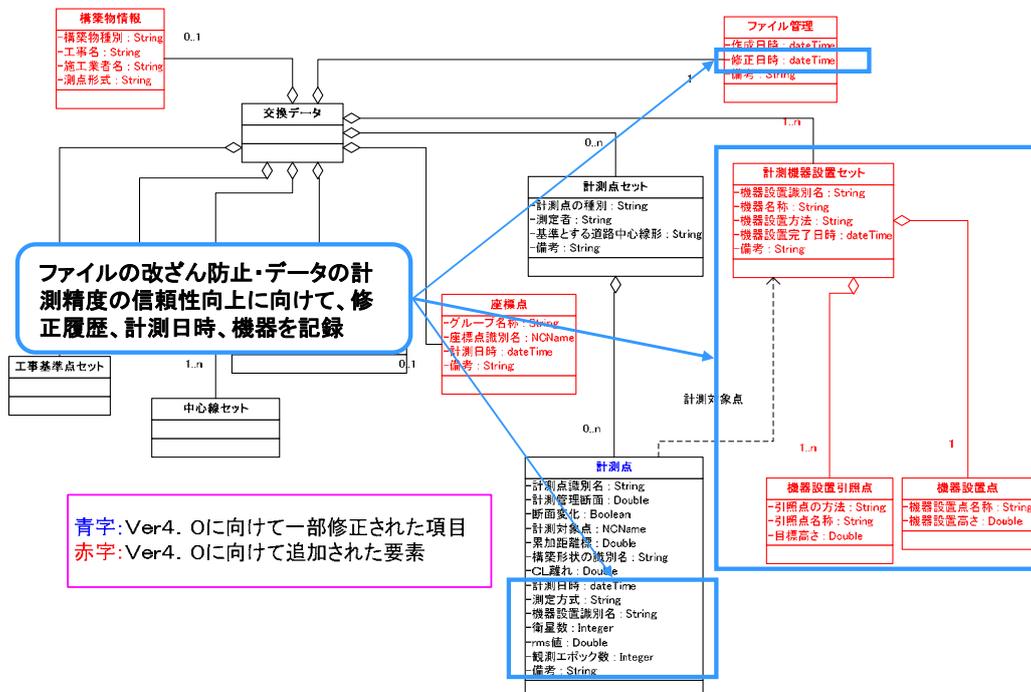


図 2-1 7 計測時条件および計測時間等の自動記録構造

5. 課題と今後の展開

今回のデータ交換標準（案）Ver4.0は、舗装工事編（舗装工、縁石、側溝）への対応やトレーサビリティ確保に必要となる出来形管理項目の追加を行った。

今後も更なる普及にむけ工種の拡大や技術拡大、データ流通・利活用場面の拡大へむけ検討を行い、データ標準仕様（案）の改訂を行っていく予定である。このような大幅な改訂は、施工者にとってソフトウェアの購入など影響が出るため、毎年できるものではなく、一定期間を空けて改訂する必要がある。このため、順次検討し改訂を行うのではなく、4～5年程度かけて上記の検討を行い、データ標準仕様（案）の改訂を行う予定である。

これによって情報化施工の更なる適応場面と効果の拡大に繋がっていくと考える。